



REC'D 27 JAN 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 01 496.5

Anmeldetag: 17. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH,
Traunreut/DE

Bezeichnung: Maßstab und Positionsmesseinrichtung zur
absoluten Positionsbestimmung

IPC: G 01 B, G 01 D, H 03 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Dezember 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Nietiedt

Zusammenfassung

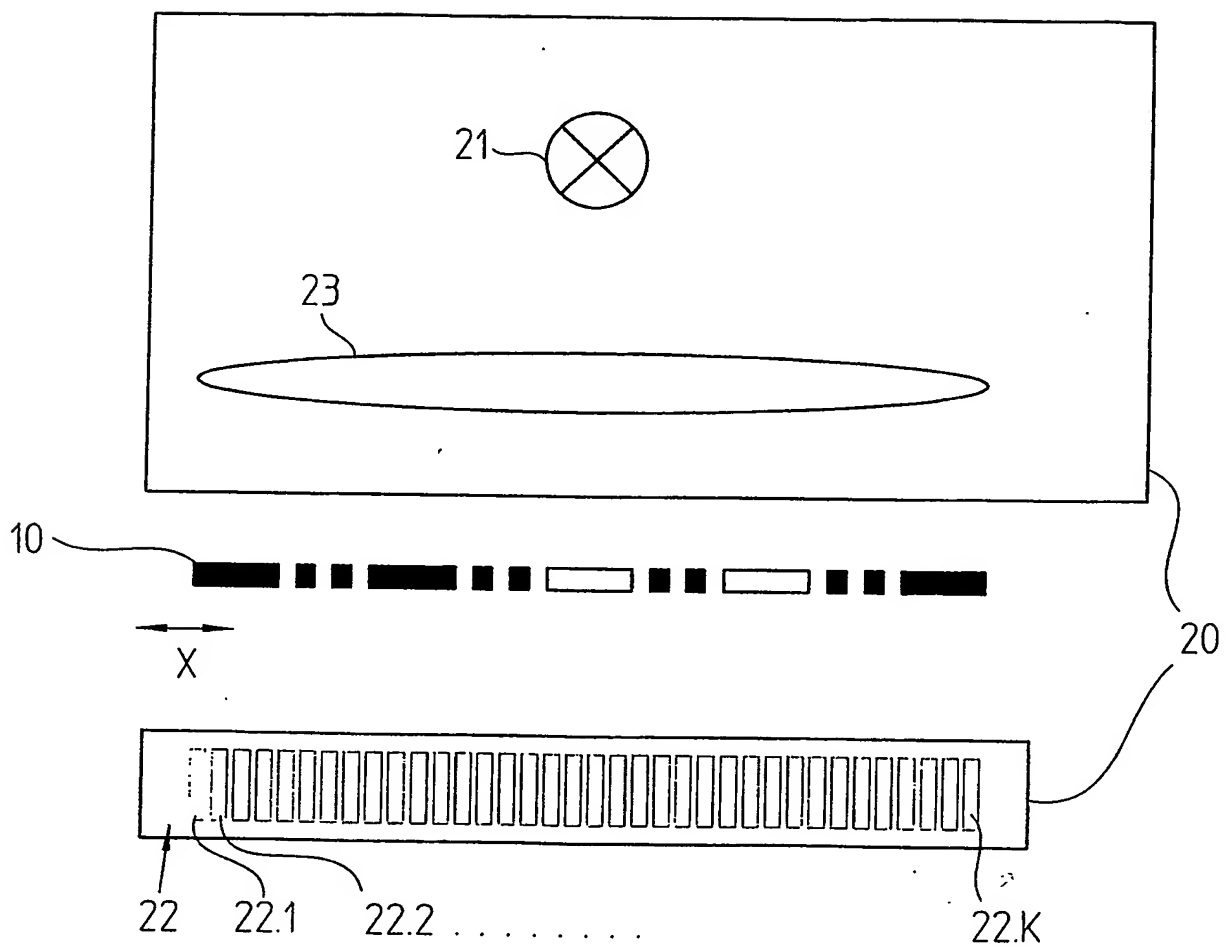
Maßstab und Positionsmesseinrichtung zur absoluten

=====

Positionsbestimmung

=====

Es wird ein Maßstab angegeben, der zur absoluten Positionsbestimmung geeignet ist. Der Maßstab besteht aus einer Spur, welche sich in mindestens einer Messrichtung erstreckt und in der abwechselnd Teilbereiche gleicher Breite mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften angeordnet sind. Der vorgegebenen Abfolge zweier aufeinanderfolgender Teilbereiche ist eindeutig ein logisches Signal zugeordnet, wobei ein erstes und ein zweites logisches Signal existieren. In der Spur sind erste, zweite und dritte Teilbereiche mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften angeordnet, wobei einer ersten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche eindeutig ein erstes logisches Signal zugeordnet ist und einer zweiten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche eindeutig ein zweites logisches Signal zugeordnet ist. Die erste und die zweite Kombination unterscheiden sich voneinander. Eine geeignete Positionsmesseinrichtung umfasst neben einem derartigen Maßstab desweiteren eine relativ zum Maßstab bewegliche Abtasteinheit (Figur 1).



Maßstab und Positionsmesseinrichtung zur absoluten

=====

Positionsbestimmung

=====

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Maßstab nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Positionsmesseinrichtung zur absoluten Positionsbestimmung gemäß Anspruch 13.

Zur Positionsbestimmung zueinander beweglicher Objekte sind inkrementale Positionsmesseinrichtungen bekannt, die Relativbewegungen der Objekte zueinander in bestimmten Messschritten bzw. Inkrementen erfassen. Die hierzu eingesetzten inkrementalen Positionsmesseinrichtungen umfassen in

5 der Regel einen Maßstab mit einer Spur mit einer inkrementalen Messteilung, der mit einem der beiden Objekte verbunden ist sowie eine Abtasteinheit, die mit dem anderen der beiden Objekte verbunden ist. Durch eine optische, magnetische, induktive oder kapazitive Abtastung werden in be-

kannter Art und Weise verschiebungsabhängige, periodische Inkrementalsignale erzeugt.

5 Daneben sind sog. absolute Positionsmesseinrichtungen bekannt, die auf der Maßstabseite eine Spur mit einem sequentiellen Code aus mehreren Bitworten umfassen, z.B. ausgebildet als Pseudo-Random-Code, aus deren Abtastung die Absolutposition entlang der jeweiligen Messstrecke bestimmt werden kann. Der jeweilige sequentielle Code entlang der Messrichtung besteht hierbei aus einer entsprechend gewählten Abfolge logischer Signale
10 bzw. Bits, die z.B. die Werte NULL (0) und EINS (1) annehmen. Zur Erhöhung der Detektionssicherheit ist in derartigen Systemen nunmehr bekannt, jedes einzelne logische Signal bzw. Bit eines Bitwortes aus einer vorgegebenen Abfolge zweier Teilbereiche mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften abzuleiten. So entspricht z.B. das logische Signal NULL (0) der
15 Abfolge eines durchlässigen und eines nicht-durchlässigen Teilbereiches, das logische Signal EINS (1) hingegen entspricht der Abfolge eines nicht-durchlässigen und eines durchlässigen Teilbereiches in der Spur. Eine derartige Codierung wird als Manchester-Codierung bezeichnet; hierzu sei z.B. auf die Figur 1 in der Veröffentlichung "Absolute position measurement using
20 optical detection of coded patterns", J. T. M. Stevenson, J. R. Jordan, J. Phys. E: Sci. Instrum. 21 (1988), S. 1140 - 1145 verwiesen.

Bei der Verwendung derartiger Manchester-Codierungen in absoluten Positionsmesseinrichtungen resultieren zwei typische Problemkomplexe.
25 Zunächst sollte grundsätzlich sichergestellt sein, dass die Teilbereiche korrekt ausgelesen werden bzw. die hierzu eingesetzten Detektorelemente korrekt ausgewählt werden, um einer bestimmten Abfolge von zwei Teilbereichen auch das korrekte logische Signal bzw. den korrekten Bitwert NULL (0) oder EINS (1) zuzuordnen. In Bezug auf dieses Problem liefert die o.g. Publikation keine weiteren Hinweise.
30 Desweiteren ist die über eine Manchester-Codierung generierte absolute Positionsinformation in Bezug auf die Auflösung nicht fein genug. Das heißt, es ist in der Regel vorgesehen, die absolute Positionsinformation mit einer Positionsinformation aus einer höher auflösenden inkrementalen Positionsinformation

messung zu kombinieren. Um aus der grob auflösenden absoluten Code-Information eine höher auflösende Positionsinformation zu erzeugen, die mit der inkrementalen Positionsmessung kombinierbar ist, werden im gerade abgetasteten Codewort zunächst mittels Kanteninterpolation die Übergänge
5 zwischen verschiedenen Teilbereichen und damit eine Grobposition innerhalb des jeweiligen Codewortes bestimmt, mit der dann die Inkrementalinformation kombiniert wird. Ein derartiges Vorgehen wird etwa auch in der o.g. Veröffentlichung vorgeschlagen. Als problematisch erweist sich hierbei, dass die resultierende Genauigkeit einer derartigen Kanteninterpolation
10 durch Beugungseffekte sowie die evtl. vorhandene Divergenz der Lichtquelle negativ beeinflusst wird, so dass Fehler bei der Positionsbestimmung resultieren können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn höher auflösende Positionsmesseinrichtungen mit geringen Breiten der Teilbereiche eingesetzt werden.

15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Maßstab für eine Positionsmesseinrichtung anzugeben, der zur absoluten Positionsbestimmung geeignet ist und bei dem aus einer einzigen Spur ein sicher auslesbares Absolutpositionssignal mit hoher Auflösung gewonnen werden kann.

20 Desweiteren soll eine Positionsmesseinrichtung zur absoluten Positionsbestimmung angegeben werden, über die aus der Abtastung einer einzigen Spur ein sicher auslesbares Absolutpositionssignal mit hoher Auflösung erzeugbar ist.

25 Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Maßstab mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Maßstabes ergeben sich aus den Maßnahmen, die in den von Anspruch 1 abhängigen An-
30 sprüchen aufgeführt sind.

Ferner wird die angegebene Aufgabe durch eine Positionsmesseinrichtung gemäß Anspruch 13 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung ergeben sich aus den Maßnahmen, die in den von Anspruch 13 abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind.

- 5 Erfindungsgemäß ist nunmehr vorgesehen, auf der Maßstabseite insgesamt mindestens drei Teilbereiche mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften in einer Spur einzusetzen. Hierbei wird einer ersten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche eindeutig ein erstes logisches Signal zugeordnet ist und einer zweiten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche eindeutig ein zweites logisches Signal zugeordnet ist. Die erste und die zweite Kombination unterscheiden sich voneinander.
- 10

- Über diese Maßnahmen ist nunmehr eine eindeutige Codierung der gerade ausgelesenen Bitwort-Position sichergestellt, ohne dass hierzu weitere Informationen benötigt werden. Hinzu kommt, dass darüber auch eine Erkennung eventueller falsch ausgelesener Signale gewährleistet werden kann.
- 15

- Aufgrund der periodischen Anordnung einer der Teilbereiche auf dem Maßstab lässt sich über entsprechende abtastseitige Maßnahmen sicherstellen, dass neben der Absolutpositionsinformation desweiteren zumindest ein Grob-Inkrementalsignal erzeugbar ist, das zur Bildung eines hoch auflösenden absoluten Positionswertes herangezogen werden kann. Eine Kanteninterpolation - wie oben erläutert - ist in diesem Fall nicht erforderlich, d.h. es lassen sich auf Basis der erfindungsgemäßen Überlegungen nunmehr auch hoch auflösende Positionsmesseinrichtungen realisieren.
- 20
- 25

- Grundsätzlich kann jeder der drei verschiedenen Teilbereiche periodisch auf dem Maßstab angeordnet werden, d.h. sowohl die ersten, zweiten oder dritten Teilbereiche.
- 30

Im Hinblick auf die Ausbildung der dritten Teilbereiche existieren verschiedene Möglichkeiten, wenn die ersten und zweiten Teilbereiche komplementäre optische Eigenschaften aufweisen. So kann etwa in einer möglichen

Variante für die dritten Teilbereiche eine optische Eigenschaft gewählt werden, die zwischen den optischen Eigenschaften der komplementär ausgebildeten ersten und zweiten Teilbereiche liegt. In einer weiteren Variante weisen die dritten Teilbereiche eine periodische Substruktur auf, aus der sich
5 ein zusätzliches Fein-Inkrementalsignal ableiten lässt, das zur nochmaligen Erhöhung der Auflösung bei der absoluten Positionsbestimmung dient.

Auf der Abtastseite ist zur Erzeugung der verschiedenen Abtastsignale aufgrund der erfindungsgemäßen Maßnahmen in einer möglichen Ausführungsform lediglich eine einzige Detektoranordnung mit mehreren Detektor-
10 elementen erforderlich, über die sämtliche Abtastsignale erzeugbar sind.

Die vorliegende Erfindung lässt sich selbstverständlich in Durchlicht-Systemen wie auch in Auflicht-Systemen einsetzen; ebenso können sowohl line-
15 are wie auch rotatorische Positionsmesseinrichtungen erfindungsgemäß ausgebildet werden. Desweiteren lassen sich die erfindungsgemäßen Überlegungen auch auf Systeme übertragen, die auf Seiten des Maßstabes mehr als drei verschiedene Teilbereiche umfassen.

20 Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

25

Figur 1

eine schematisierte Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung mit einer ersten Variante eines erfindungsgemäßen Maßstabes in Verbindung mit einer Abtasteinheit;

30

Figur 2

eine Draufsicht auf einen Teil eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen

Maßstabes in Verbindung mit einer schematisiert
angedeuteten Detektoranordnung;

- 5 Figur 3a ein erstes Blockschaltbild zur Erläuterung der
Verarbeitung der über die Detektoranordnung in
Figur 2 erzeugten Signale;
- 10 Figur 3b ein zweites Blockschaltbild zur Erläuterung der
Verarbeitung der über die Detektoranordnung in
Figur 2 erzeugten Signale;
- 15 Figur 4 eine Draufsicht auf einen Teil eines dritten
Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen
Maßstabes in Verbindung mit einer schematisiert
angedeuteten Detektoranordnung;
- 20 Figur 5 ein Blockschaltbild zur Erläuterung der Verarbei-
tung der über die Detektoranordnung in Figur 4
erzeugten Signale;
- Figur 6a - 6c jeweils die aus dem in Fig. 4 gezeigten
Maßstabsbereich generierten Signale.

25 In Figur 1 ist in schematisierter Form ein erstes Ausführungsbeispiel einer
erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung inclusive eines ersten Aus-
führungsbeispiels des erfindungsgemäßen Maßstabes dargestellt. Die Posi-
tionsmesseinrichtung - ausgebildet als lineares Durchlichtsystem - umfasst
hierbei einen Maßstab 1, dessen konkrete Ausbildung im Verlauf der nach-
folgenden Beschreibung noch detailliert erläutert wird, sowie eine relativ zum
30 Maßstab 1 in mindestens einer Messrichtung x bewegliche Abtasteinheit 20.
Auf Seiten der Abtasteinheit 20 ist eine Lichtquelle 21, eine Kollimatoroptik
23 sowie eine Detektoranordnung 22 angeordnet, die aus einer Vielzahl k
einzelner Detektorelemente 22.1, 22.2, ... 22.k besteht, die in Messrichtung
x periodisch angeordnet sind. Als Lichtquelle 21 kommt an dieser Stelle

etwa eine LED in Betracht, als Detektoranordnung 22 dient ein Fotodiodenarray mit k benachbarten Detektorelementen 22.1,...,22.k.

Der Maßstab 1 und die Abtasteinheit 20 der Positionsmesseinrichtung sind
5 mit zwei zueinander in Messrichtung x beweglichen Objekten verbunden, deren Position zueinander zu bestimmen ist. Bei den beiden Objekten kann es sich z.B. um Werkzeug und Werkstück in einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine handeln. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung lässt sich über eine photoelektrische Abtastung des Maßstabes 1 und die nachfolgende Kombination der verschiedenen, erzeugten
10 Abtastsignale eine hochauflösende absolute Positionsinformation POS_{ABS} generieren. Als Abtastsignale resultieren ein Absolutpositionssignal ABS, ein Grob-Inkrementalsignal INC_G sowie ein Fein-Inkrementalsignal INC_F , was nachfolgend noch im Detail erläutert wird. Die Kombination der verschiedenen
15 Abtastsignale zu einer absoluten Positionsinformation POS_{ABS} kann sowohl direkt in der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung erfolgen als auch erst in einer nachgeordneten - nicht dargestellten - Auswerteeinheit vorgenommen werden, der die verschiedenen Abtastsignale zugeführt werden. Bei einer derartigen Auswerteeinheit kann es sich beispielsweise um
20 eine numerische Werkzeugmaschinensteuerung handeln.

Zur weiteren Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Maßstabes sei nunmehr auf die Figur 2 verwiesen, die eine Draufsicht auf einen Teil eines Maßstabes 10 in Verbindung mit einer schematisch angedeuteten, zur Abtastung geeigneten Detektoranordnung 2
25 zeigt. Wie aus der Figur 2 erkennbar, weist der Maßstab 10 entlang der Messrichtung x angeordnete erste, zweite und dritte Teilbereiche TB1, TB2, TB3 auf, die in Messrichtung x alle die gleiche Breite b_{TB} , aber unterschiedliche optische Eigenschaften besitzen. Im vorliegenden Beispiel eines Maßstabes 10 für ein Durchlichtsystem sind die ersten Teilbereiche TB1 opak ausgebildet, die zweiten Teilbereiche TB2 vollständig durchlässig. Desweiteren ist erfindungsgemäß eine dritte Kategorie von Teilbereichen TB3 maßstabseitig vorgesehen. Die dritten Teilbereiche TB3 besitzen eine wiederum
30 unterschiedliche optische Eigenschaft zu den ersten und zweiten Teilberei-

chen TB1, TB2. Im Ausführungsbeispiel der Figur 2 sind die dritten Teilbereiche TB3 halbdurchlässig ausgebildet und besitzen somit eine optische Eigenschaft, die hinsichtlich der optischen Transmissionscharakteristik zwischen den Transmissionscharakteristika der ersten und zweiten Teilbereiche TB1, TB2 liegt. Diese weisen aufgrund der erwähnten opaken bzw. vollständig durchlässigen Ausbildung zueinander komplementäre optische Eigenschaften auf.

Im Beispiel der Figur 2 sind die ersten Teilbereiche TB1 entlang der Messrichtung x periodisch auf dem Maßstab 10 angeordnet. Deren Periode sei nachfolgend als Grob-Teilungsperiode TP_G bezeichnet und entspricht vorzugsweise der doppelten Breite b_{TB} der Teilbereiche TB1, TB2, TB3, d.h.

$$TP_G = 2 * b_{TB} \quad (Gl. 1).$$

Der dargestellte Maßstab 10 weist prinzipiell eine sog. Manchester-Codierung auf. Dies bedeutet i.w., dass zwei unterschiedlichen Kombinationen zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche TB3, TB1 bzw. TB2, TB1 jeweils eindeutig ein logisches Signal zugeordnet ist. Im vorliegenden Beispiel ist einer ersten Kombination aus aufeinanderfolgenden dritten und ersten Teilbereichen TB3, TB1 das erste logische Signal EINS (1) zugeordnet, einer zweiten Kombination von aufeinanderfolgenden zweiten und ersten Teilbereichen TB2, TB1 das zweite logische Signal NULL (0). Über den in Figur 2 dargestellten Ausschnitt des Maßstabes 10 ergibt sich somit von links ausgehend als Abfolge der verschiedenen logischen Signale wie angegeben die Bitfolge bzw. das Bitwort 1; 1; 0; 0; usw.. Über eine derartige Abfolge mehrerer logischer Signale NULL (0) und EINS (1) lässt sich entlang des Maßstabes 10 in Messrichtung x in bekannter Art und Weise eine eindeutige Absolutposition als Codewort charakterisieren bzw. ein Absolutpositionssignal ABS erzeugen. Beispielsweise kann eine derartige Abfolge mehrerer logischer Signale einer Pseudo-Random-Codierung entsprechen, aus der sich eine definierte Absolutposition entlang des Maßstabes 10 ableiten lässt.

Im Falll des erläuterten Durchlichtsystems handelt es sich bei den unterschiedlichen optischen Eigenschaften der verschiedenen Teilbereiche TB1, TB2, TB3 um unterschiedliche optische Durchlässigkeiten; die ersten und zweiten Teilbereiche TB1, TB2 weisen hierbei zueinander komplementäre optische Eigenschaften auf, was wiederum die Ausbildung der ersten Teilbereiche TB1 als vollständig opak bzw. der zweiten Teilbereiche TB2 als vollständig durchlässig zur Folge hat. Alternativ zur erläuterten Ausbildung des Durchlichtsystems kann selbstverständlich die Ausbildung der Teilbereiche TB1, TB2 als vollständig opake Teilbereiche bzw. vollständig durchlässige Teilbereiche auch umgekehrt zur erläuterten Variante erfolgen.

Desweiteren ist es möglich, die erfindungsgemäßen Prinzipien auch auf ein Auflichtsystem zu übertragen. Dies hätte zur Folge, dass es sich bei den unterschiedlichen optischen Eigenschaften dann um unterschiedliche optische Reflexionseigenschaften der Teilbereiche TB1, TB2 handelt. Beispielsweise wären dann die ersten Teilbereiche TB1 nicht-reflektierend ausgebildet, die zweiten Teilbereiche TB2 hingegen reflektierend oder umgekehrt. Entsprechend wäre die optische Eigenschaft der dritten Teilbereiche TB3 so zu wählen, dass diese eine Reflexionscharakteristik aufweisen, die zwischen derjenigen der ersten und zweiten Teilbereiche TB1, TB2 liegt, also beispielsweise halbrelektierend ausgebildet ist.

Darüberhinaus gibt es im Rahmen der vorliegenden Erfindung noch weitere Möglichkeiten zur Realisierung der unterschiedlichen optischen Eigenschaften der drei Teilbereiche TB1 - TB3. So könnten diese etwa auch unterschiedliche Farben besitzen. Ferner wäre es möglich, diese mit periodischen Teilungs-Substrukturen auszubilden, die jeweils unterschiedliche Teilungs-Verhältnisse aufweisen usw..

Desweiteren ist es alternativ auch möglich, die logischen Signale NULL (0) und EINS (1) anderen Kombinationen der Abfolge zweier aufeinanderfolgender Teilbereiche zuzuordnen als dies im obigen Beispiel erläutert wurde.

Zur Abtastung des erfindungsgemäßen Maßstabes 10 ist auf Seiten der Abtasteinheit eine Detektoranordnung 2 vorgesehen, die eine Reihe von in Messrichtung x periodisch angeordneten Detektorelementen 2.1 - 2.12 umfasst. Im vorliegenden Beispiel umfasst die Detektoranordnung 2 insgesamt
5 zwölf Detektorelemente 2.1 - 2.12, die in Messrichtung jeweils eine Breite $b_{DET} = b_{TB}/2$ besitzen, die der halben Breite b_{TB} der Teilbereiche TB1 - TB3 auf dem Maßstab 10 entspricht.

Bei der Abtastung des Maßstabes 10 resultieren für die verschiedenen Teilbereiche TB1 - TB3 auf Seiten der Detektorelemente 22.1 - 22.6 definierte
10 Signalwerte bzw. Signalpegel, wobei zur nachfolgenden Erläuterung den einzelnen Teilbereichen TB1 - TB3 folgende detektorseitige Signalpegel zugeordnet seien:

15 TB1: Signalpegel 0

TB2: Signalpegel 1

20 TB3: Signalpegel 0.5

Im dargestellten Beispiel der Figur 2 liefern demzufolge die Detektorelemente 2.1, 2.2 den Signalpegel 0.5, die Detektorelemente 2.3, 2.4 den Signalpegel 0, die Detektorelemente 2.9, 2.10 den Signalpegel 1 etc.. Vorgegebenen Kombinationen aus zwei in Messrichtung x aufeinanderfolgenden
25 Signalpegeln unterschiedlicher Teilbereiche sind nunmehr bestimmte logische Signale NULL (0), EINS (1) zugeordnet. Hierbei gelten folgende Zuordnungsregeln:

30 Signalpegel 0.5 - Signalpegel 0 \Rightarrow logisches Signal EINS (1)
(TB3 - TB1)
Signalpegel 1 - Signalpegel 0 \Rightarrow logisches Signal NULL (0)
(TB2 - TB1)

Schaltungstechnisch werden die Zuordnungsregeln in diesem Beispiel so umgesetzt, dass stets die Differenz aus den Signalpegeln benachbarter Teilbereiche TB1 - TB3 erzeugt wird und das resultierende Differenzsignal DIF gemäß den folgenden Vorschriften eindeutig einem der beiden logischen Signale NULL (0) oder EINS (1) zugeordnet wird:

$$\begin{array}{ll} 0 < \text{DIF} < 0.75 & \Rightarrow \text{logisches Signal EINS (1)} \\ 0.75 < \text{DIF} < 1.0 & \Rightarrow \text{logisches Signal NULL (0)} \end{array}$$

- 10 Resultiert ein Differenzsignal DIF abweichend von den beiden angegebenen Wertebereichen d.h. beispielsweise $\text{DIF} < 0$, so wird dies als Fehler bei der Auswahl der korrekten Detektorelemente 2.1 - 2.12 interpretiert. So liefert etwa das Auslesen eines aufeinanderfolgenden ersten und dritten Teilbereiches TB1, TB3 ein Differenzsignal mit dem Wert $\text{DIF} = -0.5$, analog hierzu
- 15 liefern aufeinanderfolgende erste und zweite Teilbereiche TB1, TB2 ein Differenzsignal mit dem Wert $\text{DIF} = -1$. In beiden Fällen kann aufgrund der erfindungsgemäßen Maßnahmen grundsätzlich durch die alleinige Bildung des Differenzsignales DIF ohne weitere Zusatzinformation verifiziert werden, ob die Detektorelemente korrekt ausgewählt wurden.
- 20 Selbstverständlich sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung alternativ zu den erläuterten Zuordnungsregeln und -vorschriften auch alternative Regeln verwendbar.
- 25 Aufgrund der maßstabseitig periodischen Anordnung der ersten Teilbereiche TB1 mit der Grob-Teilungsperiode TP_G ist es neben der Erzeugung von Absolutpositionssignalen POS in der erläuterten Art und Weise möglich, darüberhinaus auch ein periodisches Grob-Inkrementalsignal INC_G zu erzeugen. Das Grob-Inkrementalsignal INC_G besitzt eine Signalperiode SP_G , die sich in
- 30 bekannter Art und Weise aus der Grob-Teilungsperiode TP_G der ersten Teilbereiche TB1 auf dem Maßstab 10 ableitet. Das derart erzeugte Grob-Inkrementalsignal INC_G lässt sich dann in bekannter Art und Weise mit dem Absolutpositionssignal POS zu einem höher auflösenden absoluten Positionswert POS_{ABS} kombinieren. Zur Erzeugung des Grob-Inkrementalsignales

INC_G ist keine weitere Detektoranordnung erforderlich, hierzu kann vielmehr auch die oben erläuterte Detektoranordnung 2 mit den periodisch in Messrichtung angeordneten Detektorelementen 2.1 - 2.12 herangezogen werden, die dann entsprechend verschaltet werden und ausgangsseitig das Grob-Inkrementalsignal INC_G liefern.

Eine mögliche Verschaltungsvariante für die Detektorelemente 2.1 - 2.12 des Beispieles aus Figur 2 ist in den Figuren 3A und 3B schematisch dargestellt. Die beiden Figuren 3A und 3B zeigen hierbei jeweils die erforderliche Verschaltung zur Erzeugung des Grob-Inkrementalsignales INC_G sowie die Verschaltung zur Erzeugung des Absolutpositionssignales ABS. Lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgte die Darstellung der Verschaltungsvarianten in getrennten Figuren.

Mit den Bezugszeichen 3.1 - 3.4 sind in Figur 3A jeweils Summationselemente bezeichnet, die Abtastsignale phasengleicher Detektorelemente 2.1 - 2.12 zu den Summensignalen S1 - S4 aufsummieren; mit den Bezugszeichen 4.1, 4.2 werden Differenzbildungselemente bezeichnet, die aus den vier Summensignalen S1 - S4 in bekannter Art und Weise die beiden, um 90° phasenversetzten Grob-Inkrementalsignale INC_{G,0} bzw. INC_{G,90} erzeugen.

Zur Erzeugung des Absolutpositionssignales ABS ist gemäß Figur 3B zunächst vorgesehen, die Abtastsignale der Detektorelemente 2.1, 2.3 einem Summationselement 3.5 und die Abtastsignale der Detektorelemente 2.2, 2.4 einem Summationselement 3.6 zuzuführen, die ausgangsseitig die Summensignale S5, S6 liefern. Desweiteren erfolgt über die Differenzbildungselemente D1, D2 die Erzeugung von Differenzsignalen DIF1, DIF2 aus den Abtastsignalen der Detektorelemente 2.1, 2.3 sowie 2.2, 2.4. Die Summen- und Differenzsignale S5, S6, D1, D2 werden anschließend vier Bewertungselementen K1 - K4 zugeführt, die etwa als Komparatoren mit vorgegebenen Komparatorschwellen ausgebildet sind und in denen die angegebenen Zuordnungen erfolgen. Zur Erzeugung des Absolutpositionssignales ABS ist lediglich die Bewertung der gebildeten Differenzsignale DIF1, DIF2 gemäß den oben erläuterten Vorschriften erforderlich. Über die beiden Be-

- wertungselemente K3, K4 erfolgt daher die Überprüfung, ob das jeweilige Differenzsignal DIF1, DIF2 entweder im Wertebereich $0.75 < \text{DIF1, DIF2}$ oder im Wertebereich $0.75 > \text{DIF1, DIF2}$ liegt und die entsprechende Zuordnung bzw. Ausgabe des logischen Signales EINS (1) oder NULL (0) als Teil-
- 5 Absolutpositionssignal ABS' , ABS'' . Da im vorliegenden Beispiel pro Teilbereich TB1 - TB3 je zwei Detektorelemente angeordnet sind, werden zwei Teil-Absolutpositionssignale ABS' , ABS'' erzeugt, die im Fall der korrekten Auslesung als Absolutpositionssignal ABS weiterverarbeitet werden.
- 10 Um zu überprüfen, ob die Detektorelemente korrekt ausgewählt wurden, ist im vorliegenden Beispiel desweiteren die Erzeugung eines bzw. zweier Fehlersignale F' , F'' vorgesehen. Hierzu werden die Summensignale S5, S6 in den beiden Bewertungselementen K1, K2 gemäß den angegebenen Bedingungen bewertet und die von den Bewertungselementen K1, K2 gelie-
- 15 ferten Ausgangssignale nachfolgend mit den erzeugten Teil-Absolutpositionssignalen ABS' , ABS'' der Bewertungselemente K3, K4 den Verknüpfungselementen 5.1, 5.2 zugeführt. Nach der dort erfolgenden XOR-Verknüpfung resultieren ausgangsseitig die Fehlersignale F' , F'' , die Werte von 0 oder 1 annehmen können. Der Wert $\text{F}' = 1$ bzw. $\text{F}'' = 1$ wird hierbei als
- 20 korrekte Auswahl der Detektorelemente interpretiert, der Wert $\text{F}' = 0$ bzw. $\text{F}'' = 0$ als fehlerhafte Auswahl der Detektorelemente.
- Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgebildeten Maßstabes inklusive der vorgesehenen Abtastung desselben sei nachfol-
- 25 gend anhand der Figuren 4, 5 sowie 6a - 6c erläutert.
- In Figur 4 ist analog zur vorab beschriebenen Figur eine Draufsicht auf einen Teil eines Maßstabes 10' in Verbindung mit einer schematisch angedeuteten Detektoranordnung 22' gezeigt, welche in einer linearen Durchlicht-Positionsmesseinrichtung einsetzbar ist. Auf Seiten des Maßstabes sind wie-
- 30 derum erfindungsgemäß drei Teilbereiche TB1', TB2', TB3' mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften entlang der Messrichtung x angeordnet. Die ersten und zweiten Teilbereiche TB1', TB2' sind wie im vorher erläuterten Beispiel vollständig opak bzw. vollständig durchlässig ausgebildet.

Unterschiedlich zum obigen Ausführungsbeispiel ist zum einen die Ausbildung der dritten Teilbereiche $TB3'$ sowie zum anderen die Tatsache, dass nunmehr die dritten Teilbereiche $TB3'$ in Messrichtung x periodisch entlang des Maßstabes $10'$ angeordnet sind. Die dritten Teilbereiche $TB3'$ weisen in diesem Beispiel eine periodische Sub-Teilung auf, die wiederum aus in Messrichtung x periodisch angeordneten ersten und zweiten Sub-Teilbereichen TB_{SUB1} , TB_{SUB2} mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften bestehen. Die ersten und zweiten Sub-Teilbereiche TB_{SUB1} , TB_{SUB2} sind im gezeigten Beispiel opak und vollständig durchlässig ausgebildet; die Periode der Anordnung der ersten und zweiten Sub-Teilbereiche TB_{SUB1} , TB_{SUB2} sei nachfolgend als Fein-Teilungsperiode TP_F bezeichnet und gibt in Messrichtung x die Ausdehnung aufeinanderfolgender erster und zweiter Sub-Teilbereiche TB_{SUB1} , TB_{SUB2} an. Neben der Erzeugung eines Absolutpositionssignales ABS sowie eines Grob-Inkrementalsignales INC_G analog zum vorherigen Beispiel gestattet diese Variante eines erfindungsgemäßen Maßstabes $10'$ aufgrund der gewählten Ausbildung der dritten Teilbereiche $TB3'$ ferner die Erzeugung eines Fein-Inkrementalsignales INC_F , dessen Auflösung höher als diejenige des Grob-Inkrementalsignales INC_G ist. Die Bildung des absoluten Positionswertes POS_{ABS} ist demzufolge mit nochmals gesteigerter Genauigkeit möglich.

Im Fall dieses Beispiels resultiert in Verbindung mit bestimmten - nachfolgend noch zu erläuternden abtastseitigen Dimensionierungsmaßnahmen - desweiteren eine sog. Einfeldabtastung bei der Erzeugung der verschiedenen Inkrementalsignale INC_G , INC_F . Hierunter ist eine Abtastung zu verstehen, bei der sämtliche phasenverschobenen Signalanteile der Inkrementalsignale INC_G bzw. INC_F aus der Abtastung einer einzigen Teilungsperiode TP_G bzw. TP_F auf dem Maßstab $10'$ resultieren. Als entscheidender Vorteil einer derartigen Abtastung ist deren Unempfindlichkeit gegenüber lokalen Maßstab-Verschmutzungen anzusehen, da dann stets alle erzeugten phasenverschobenen Teilsignale, die zu den verschiedenen Inkrementalsignalen INC_G , INC_F beitragen, gleichmäßig beeinflusst werden.

Grundsätzlich ist die nachfolgende Beziehung (2) für das Verhältnis aus Grob-Teilungsperiode TP_G und Fein-Teilungsperiode TP_F auf Seiten des Maßstabes $10'$ einzuhalten:

5
$$TP_F = 1/n * \frac{1}{2} * TP_G \quad (\text{Gl. 2}),$$

mit $n = 1, 2, 3, \dots$

10 Neben der Erzeugung eines Absolutpositionssignales ABS gestattet der erfindungsgemäße Maßstab in Verbindung mit bestimmten abtastseitigen Maßnahmen - die nachfolgend noch erläutert werden - wie bereits erwähnt die Erzeugung eines Grob-Inkrementalsignales INC_G sowie eines Fein-Inkrementalsignales INC_F . Nachfolgend sei der Einfachheit halber stets von einem Grob- bzw. einem Fein-Inkrementalsignal INC_G bzw. INC_F die Rede, wenngleich in der Praxis üblicherweise jeweils ein Paar derartiger Signale
15 erzeugt wird, die einen Phasenversatz von 90° zueinander besitzen.

Das Grob-Inkrementalsignal INC_G resultiert wie im vorherigen Beispiel aus der Abtastung der mit der Grob-Teilungsperiode TP_G periodisch angeordneten Teilbereiche $TB3'$ auf dem Maßstab $10'$, wobei in diesem Fall nunmehr
20 die dritten Teilbereiche $TB3'$ entsprechend periodisch angeordnet werden. Das Fein-Inkrementalsignal INC_F wird durch die Abtastung der Sub-Teilungsstruktur in den dritten Teilbereichen $TB3'$ erzeugt, wo eine periodische Anordnung von Sub-Teilbereichen mit der Fein-Teilungsperiode TP_F vorliegt.

25 Neben dem Absolutpositionssignal ABS stehen in dieser Variante somit zwei Inkrementalsignale INC_G , INC_F unterschiedlicher Auflösung zur Weiterverarbeitung und Bildung eines absoluten Positionswertes POS_{ABS} mit hoher Auflösung zur Verfügung. Im Beispielfall einer auf Seiten des Maßstabes $10'$ gewählten Grob-Teilungsperiode $TP_G = 160\mu m$ sowie einer Fein-Teilungsperiode $TP_F = 20\mu m$ ergeben sich bei einer entsprechenden Abtastung Grob-Inkrementalsignale INC_G mit der Signalperiode $SP_G = 160\mu m$ bzw. Fein-Inkrementalsignale INC_F mit der Signalperiode $SP_F = 20\mu m$. In diesem Beispiel
30 ist die Größe n aus Gl. (2) demzufolge $n = 4$ gewählt.

Zur Erzeugung der verschiedenen Abtastsignale ABS , INC_F und INC_G sind auf Seiten der Abtasteinheit, insbesondere in Verbindung mit der Ausbildung bzw. Dimensionierung der Detektoranordnung 22' bestimmte Maßnahmen in der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung erforderlich, die nachfolgend erläutert werden.

Wie aus Figur 4 ersichtlich, umfasst die eingesetzte Detektoranordnung 22' in diesem Beispiel insgesamt $k = 64$ einzelne Detektorelemente 22.1' - 22.64', die in der Messrichtung x periodisch angeordnet sind.

10

Um in diesem Beispiel die erwähnte Einfeldabtastung sicherzustellen, sind detektionsseitig pro Grob-Teilungsperiode TP_G insgesamt $N = 16$ Detektorelemente angeordnet. Im allgemeinen Fall einer gewünschten Einfeldabtastung, bei der pro abgetasteter Teilungsperiode vier um 90° phasenversetzte Inkrementalsignale erzeugt werden sollen, sind gemäß folgender Beziehung

15

$$N = 4 * n \quad \text{Gl. (3),}$$

20 mit $n = 2, 3, \dots$

Detektorelemente pro Grob-Teilungsperiode TP_G abtastseitig anzuordnen, wenn das Verhältnis der Grob- und Fein-Teilungsperiode gemäß Gl. (2) gewählt wurde. Eine derartige Dimensionierung gewährleistet sowohl die Einfeldabtastung bei der Erzeugung der Fein-Inkrementalsignale INC_F als auch bei der Erzeugung der Grob-Inkrementalsignale INC_G .

25

Grundsätzlich sind zur Sicherstellung der Einfeldabtastung bei der vorgesehenen Erzeugung von vier phasenverschobenen Abtastsignalen aus einer einzigen Teilungsperiode demzufolge mindestens vier Detektorelemente pro Teilungsperiode anzuordnen. Dies bedeutet, dass im Fall der alleinigen Erzeugung eines Grob-Inkrementalsignales INC_G gemäß dem obigen Beispiel demzufolge mindestens vier Detektorelemente pro Grob-Teilungsperiode TP_G anzuordnen sind oder ein ganzzahliges Vielfaches hiervon. Im Fall der

30

zusätzlichen Erzeugung eines Fein-Inkrementalsignales INC_F ist analog hierzu sicherzustellen, dass pro Fein-Teilungsperiode TP_F mindestens vier Detektorelemente in Messrichtung angeordnet werden oder ggf. ein ganzzahliges Vielfaches hiervon.

5

In Figur 5 ist die Verschaltung der Detektorelemente 22.1' - 22.64' innerhalb der Detektoranordnung 22 aus dem Beispiel der Figur 4 veranschaulicht, die zur Erzeugung der verschiedenen Abtastsignale ABS , INC_G und INC_F vorgesehen ist. Hierbei sind von den insgesamt zur Signalerzeugung eingesetzten
10 $k = 64$ Detektorelementen 22.1' - 22.64' aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich ein Teil dargestellt.

Wie bereits oben erwähnt resultieren in der Praxis je ein Paar phasenversetzter Grob-Inkrementalsignale $INC_{G,0}$, $INC_{G,90}$, und Fein-Inkrementalsignale $INC_{F,0}$, $INC_{F,90}$, die bislang der Einfachheit halber jeweils als Grob-Inkrementalsignale INC_G bzw. Fein-Inkrementalsignale INC_F bezeichnet wurden.
15

Mit den Bezugszeichen 23.1 - 23.17 sind im Verschaltungsplan der Figur 5 jeweils Summationselemente bezeichnet, die eine Aufsummierung der jeweils eingangsseitig anliegenden Signale vornehmen. Über die mit den Bezugszeichen 24.1 - 24.5 bezeichneten Differenzbildungselemente erfolgt eine Subtraktion bzw. Differenzbildung der eingangs anliegenden Signale. Mithilfe der mit den Bezugszeichen 25.1 - 25.5 bzw. 26.1, 26.2 bezeichneten
20 Elemente erfolgt die jeweils angegebene arithmetische Operation mit den anliegenden Eingangssignalen.
25

Zur Erzeugung der verschiedenen Abtastsignale ABS , INC_G und INC_F sind im vorliegenden Beispiel mindestens 16 Detektorelemente und die entsprechende Verschaltung derselben erforderlich, beispielsweise die Detektorelemente 22.1' - 22.16'. Die im Beispiel desweiteren vorgesehen zweiten bis vierten Blöcke mit jeweils 16 weiteren Detektorelementen 22.17' - 22.32', 22.33' - 22.48' und 22.49' - 22.64' liefern bei der Abtastung prinzipiell die identische Abtastinformation und verbessern lediglich die resultierende Sig-
30

nalstärke bei der Abtastung. Das heißt, jedes sechzehnte Detektorelement liefert die phasengleiche Abtast-Information.

5 Nachfolgend sei die Erzeugung des Absolutpositionssignales ABS im vorliegenden Beispiel erläutert. Der Erzeugung der beiden logischen Signale NULL (0) und EINS (1) liegen hierbei wieder bestimmte Zuordnungsregeln zugrunde. Den verschiedenen Teilbereichen TB1' - TB3' seien wiederum bestimmte Signalpegel zugeordnet gemäß

10 TB1': Signalpegel 0

TB2': Signalpegel 1

15 TB3': Signalpegel 0.5

Bestimmten, vorgegebenen Kombinationen aus zwei in Messrichtung x aufeinanderfolgenden Signalpegeln sind wiederum logische Signale NULL (0), EINS (1) zugeordnet, wobei in diesem Beispiel folgende Zuordnungsregeln gelten:

20

Signalpegel 0 - Signalpegel 0.5 \Rightarrow logisches Signal NULL (0)
(TB1' - TB3')

Signalpegel 1 - Signalpegel 0.5 \Rightarrow logisches Signal EINS (1)
(TB2' - TB3')

25

Um bei dieser Variante eines erfindungsgemäßen Maßstabes zu entscheiden, ob die Detektorelemente korrekt ausgewählt wurden, erfolgt neben der Bildung eines Differenzsignales DIF aus den Signalen benachbarter Teilbereiche zusätzlich noch die Bildung eines Summensignales SUM aus den
30 Signalen benachbarter Teilbereiche. Die resultierenden Differenz- und Summensignale sind gemäß den folgenden Zuordnungsvorschriften den beiden logischen Signalen NULL (0) und EINS (1) zugeordnet:

Differenzsignal DIF = +0.5 \Rightarrow logisches Signal EINS (1)

Differenzsignal DIF = -0.5 \Rightarrow logisches Signal NULL (0)
Summensignal SUM = +1.5 \Rightarrow logisches Signal EINS (1)
Summensignal SUM = +0.5 \Rightarrow logisches Signal NULL (0)

- 5 Im Beispiel aufeinanderfolgender erster und dritter Teilbereiche TB1', TB3' resultiert das Differenzsignal DIF = -0.5 und das Summensignal SUM = +0.5. Gemäß den vorhergehenden Vorschriften ist beiden Signalen das logische Signal NULL zugeordnet, d.h. die Auswahl der Detektorelemente erfolgt korrekt. Im Fall aufeinanderfolgender dritter und erster Teilbereiche TB3', TB1'
- 10 würde hingegen als Differenzsignal DIF = +0.5 und als Summensignal SUM = +0.5 resultieren; gemäß den obigen Vorschriften für die Zuordnung von Summen- und Differenzsignalen würde dies für das Differenzsignal DIF die Zuordnung des logischen Signales EINS (1) und für das Summensignal SUM die Zuordnung des logischen Signales NULL (0) bedeuten. Aus dieser
- 15 Diskrepanz kann dann auf eine ggf. nicht korrekte Auswahl der Detektorelemente geschlossen werden. Ebenso wie im vorherigen Beispiel ist es demzufolge möglich, aus der Abtastung des erfindungsgemäßen Maßstabes festzustellen, ob die Detektorelemente korrekt ausgewählt wurden oder nicht.
- 20
- Zur schaltungstechnischen Umsetzung werden in diesem Beispiel die resultierenden Abtastsignale der ersten acht Detektorelemente 22.1' - 22.8' über das Summationselement 23.1 zum Signal S1 aufsummiert, die Abtastsignale der zweiten acht Detektorelemente 22.9' - 22.16' über das zweite Summationselement 23.2 zum Signal S2. Aus den aufsummierten Signalen S1, S2
- 25 wird nachfolgend mit Hilfe des Differenzbildungselementes 24.1 das Differenzsignal DIF gebildet; mit Hilfe des Summationselementes 23.17 das Summensignal SUM. Das Summensignal SUM und das Differenzsignal werden darauf einem Verknüpfungselement 27 zugeführt, indem eine XOR-Verknüpfung der Signale DIF und SUM gemäß den vorher erläuterten Zuordnungsvorschriften erfolgt. Am Ausgang des Verknüpfungselementes 27 liegt dann das weiterverarbeitbare Absolutpositionssignal ABS bzw. die entsprechenden Bitwerte oder logischen Signale vor.
- 30

Zur Erzeugung des Grob-Inkrementalsignales INC_G bzw. des Paares phasenversetzter Grob-Inkrementalsignale $INC_{G,0}$, $INC_{G,90}$ ist eine Verschaltung der Detektorelemente in der in Figur 5 dargestellten Art und Weise vorgesehen. An dieser Stelle sei in Bezug auf die gewählte Verschaltungsvariante lediglich erwähnt, dass die Auswahl der zu verschaltenden Detektorelemente in bekannter Art und Weise in Abhängigkeit von der Grob-Teilungsperiode TP_G auf dem Maßstab erfolgt.

Ebenso sei im Zusammenhang mit der Erzeugung des Fein-Inkrementalsignales INC_F bzw. des Paares phasenversetzter Fein-Inkrementalsignale $INC_{F,0}$, $INC_{F,90}$ lediglich auf die Verschaltung der Detektorelemente in der in Figur 4 dargestellten Art und Weise verwiesen. Auch hierbei richtet sich die Auswahl der zu verschaltenden Detektorelemente nach der Fein-Teilungsperiode TP_F auf dem Maßstab.

Die aus einer derartigen Verschaltung der Detektorelemente 22.1 - 22.64 resultierenden Abtastsignale ABS , INC_G und INC_F bzw. die entsprechenden Signalpaare $INC_{F,0}$ und $INC_{F,90}$, ABS , $INC_{G,0}$ und INC_F sind in den Figuren 5a - 5c dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind selbstverständlich verschiedenste Modifikationen im Vergleich zu den bislang erläuterten Varianten denkbar.

So ist es etwa möglich, das zweite erläuterte Ausführungsbeispiel dahingehend abzuwandeln, dass auf Seiten der Abtasteinheit vor der Detektoranordnung ein Abtastgitter angeordnet wird, welches z.B. als Phasengitter ausgebildet ist. Mittels eines derartigen Abtastgitters lässt sich aufgrund der resultierenden Wechselwirkung mit der Fein-Teilungsperiode auf dem Maßstab in der Detektionsebene in bekannter Art und Weise eine sog. Vernierschwebung erzeugen. Aus dieser Vernierschwebung wiederum lässt sich ein Inkrementalsignal mit einer definierten Signalperiode ableiten.

Desweiteren sei erwähnt, dass selbstverständlich auch die Detektoranordnung, insbesondere die Zahl der eingesetzten Detektorelemente im Rahmen der obigen Überlegungen variiert werden können.

- 5 Neben den beschriebenen Beispielen existieren im Rahmen der vorliegenden Erfindung somit weitere Ausführungsalternativen.

Ansprüche

=====

- 5
1. Maßstab, geeignet zur absoluten Positionsbestimmung, bestehend aus einer Spur, welche sich in mindestens einer Messrichtung erstreckt und in der abwechselnd Teilbereiche gleicher Breite mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften angeordnet sind und der vorgegebenen Abfolge zweier aufeinanderfolgender Teilbereiche eindeutig ein erstes und ein zweites logisches Signal zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

10

in der Spur mindestens erste, zweite und dritte Teilbereiche (TB1, TB2, TB3; TB1', TB2', TB3') mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften angeordnet sind, wobei einer ersten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche (TB1, TB3; TB1', TB3') eindeutig ein erstes logisches Signal (1) zugeordnet ist, einer zweiten Kombination zweier aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Teilbereiche (TB2, TB3; TB2', TB3') eindeutig ein zweites logisches Signal (0) zugeordnet ist und wobei sich die erste und die zweite Kombination voneinander unterscheiden.

15

20

2. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Teilbereiche (TB3; TB3') in Messrichtung (x) periodisch auf dem Maßstab (10) mit einer Grob-Teilungsperiode (TP_G) angeordnet ist.

3. Maßstab nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Grob-Teilungsperiode (TP_G) der doppelten Breite (b_{TB}) der Teilbereiche (TB1, TB2, TB3; TB1', TB2', TB3') mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften entspricht.
- 5 4. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Teilbereiche (TB1, TB2; TB1', TB2') zueinander komplementäre optische Eigenschaften besitzen.
- 10 5. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aufeinanderfolgenden ersten und dritten Teilbereichen (TB1, TB3; TB1', TB3') das erste logische Signal (1) zugeordnet ist und aufeinanderfolgenden zweiten und dritten Teilbereichen (TB2, TB3; TB2', TB3') das zweite logische Signal (0) zugeordnet ist.
- 15 6. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abfolge mehrerer logischer Signale (0, 1) eine eindeutige Absolutposition entlang der Messrichtung (x) charakterisiert.
- 20 7. Maßstab nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten Teilbereiche (TB3) eine optische Eigenschaft besitzen, die zwischen den Eigenschaften der beiden komplementären Eigenschaften der ersten und zweiten Teilbereiche (TB1, TB2) liegt.
- 25 8. Maßstab nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten Teilbereiche (TB3) halbdurchlässig ausgebildet sind.
9. Maßstab nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten Teilbereiche (TB3) eine periodische Sub-Teilung mit einer Fein-Teilungsperiode (TP_F) aufweisen, die aus periodisch angeordneten Sub-Teilbereichen (TB_{SUB1}, TB_{SUB2}) mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften besteht.
- 30

10. Maßstab nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sub-Teilbereiche (TB_{SUB1} , TB_{SUB2}) zueinander komplementäre optische Eigenschaften besitzen.
- 5 11. Maßstab nach Anspruch 3 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fein-Teilungsperiode (TP_F) gemäß der Beziehung

$$TP_F = 1/n * \frac{1}{2} * TP_G$$

10 gewählt ist, mit $n = 1, 2, 3, \dots$

12. Maßstab nach Anspruch 4 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zueinander komplementären optischen Eigenschaften folgendermaßen gewählt sind:
- 15 - opak / vollständig durchlässig oder
- reflektierend / nicht reflektierend

13. Positionsmesseinrichtung zur absoluten Positionsbestimmung, bestehend aus einem Maßstab (1; 10; 10') sowie einer relativ zum Maßstab (1; 10; 10') in einer Messrichtung (x) beweglichen Abtasteinheit (20), die aus der Abtastung des Maßstabes (1; 10; 10') die Absolutposition der Abtasteinheit (20) in Bezug auf den Maßstab (1; 10; 10') bestimmt, gekennzeichnet durch einen Maßstab (1; 10; 10') nach Anspruch 1.

20

14. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtasteinheit (20) mindestens eine Lichtquelle (21) sowie eine Detektoranordnung (2; 22; 22') zur Abtastung des Maßstabes (1; 10; 10') umfasst, wobei die Detektoranordnung (2; 22; 22') sowohl zur Erzeugung eines Absolutpositionssignales (ABS) als auch eines Grob-Inkrementalsignales (INC_G) dient.

25
30

15. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (2; 22; 22') eine in Messrichtung (x) perio-

dische Anordnung einzelner Detektorelemente (22.1 - 22.k; 2.1 - 2.6; 22.1' - 22.64') umfasst.

- 5 16. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass in Messrichtung (x) pro Grob-Teilungsperiode (TP_G) mindestens vier Detektorelemente (2.1 - 2.12) angeordnet sind .
- 10 17. Positionsmessinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (22') ferner zur Erzeugung eines Fein-Inkrementalsignales (INC_F) dient.
- 15 18. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 15 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass in Messrichtung (x) pro Fein-Teilungsperiode mindestens vier einzelne Detektorelemente (22.1' - 22.64') angeordnet sind.
19. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abtasteinheit vor der Detektoranordnung ein Abtastgitter angeordnet ist.

FIG. 1

1/6

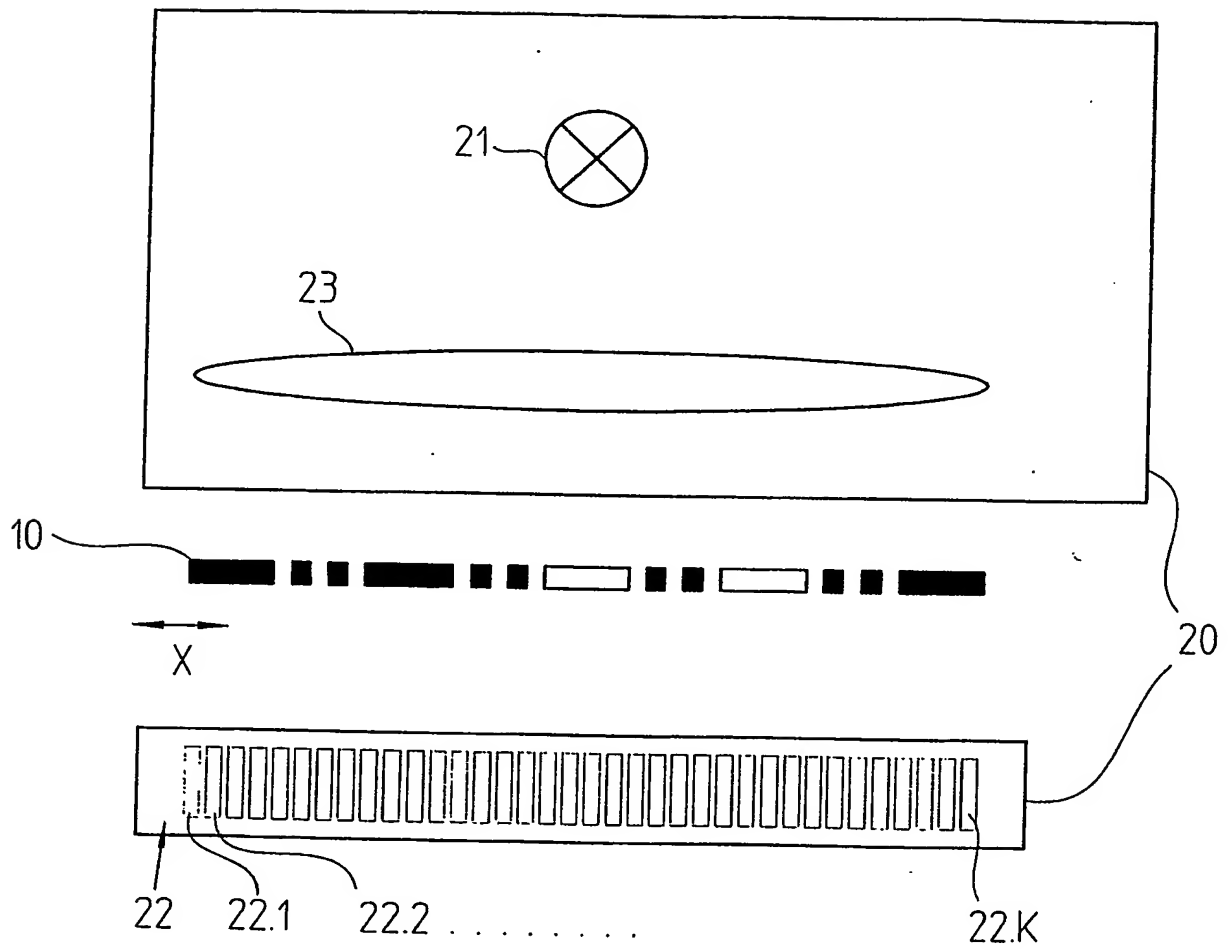


FIG. 2

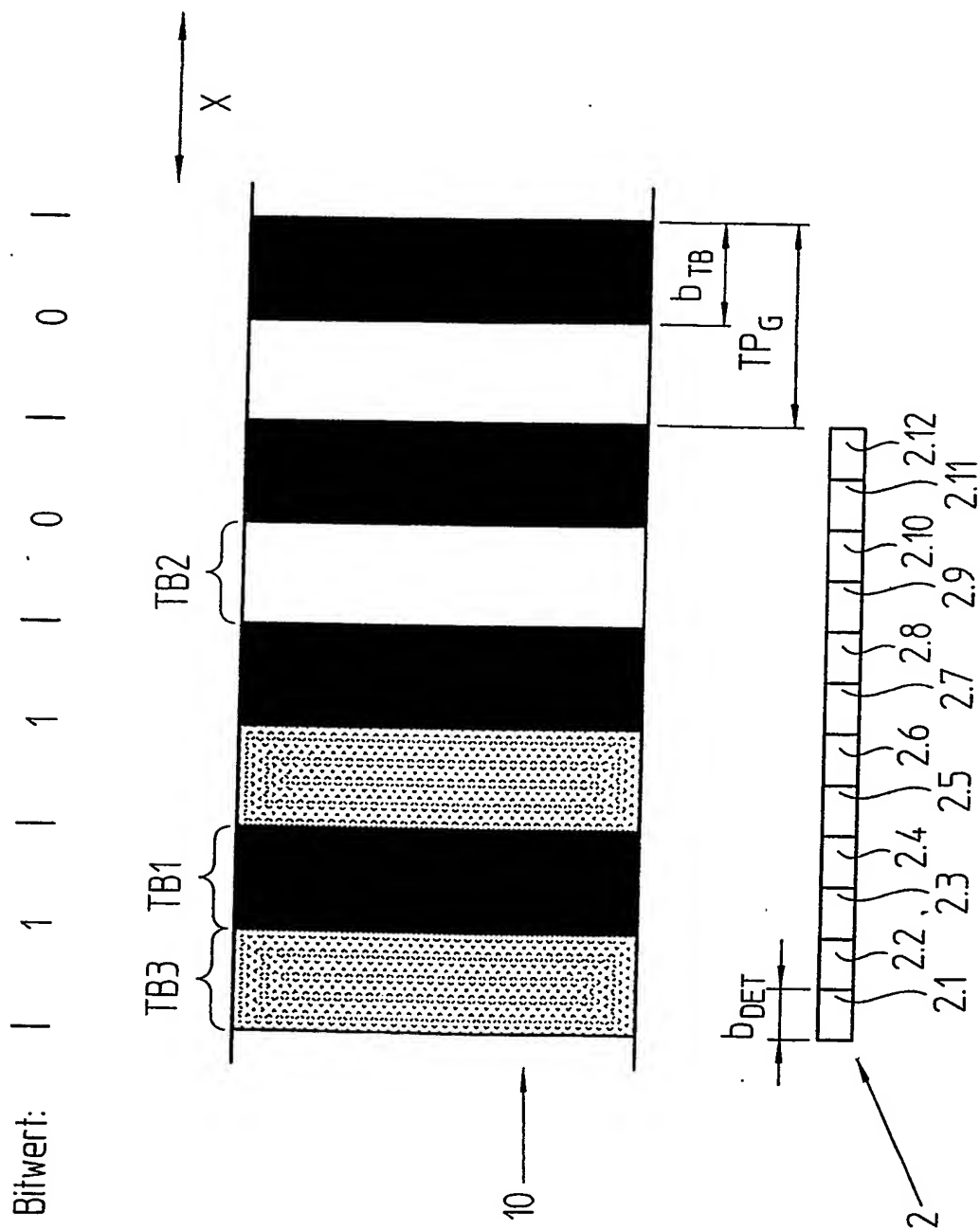


FIG. 3a

3/6

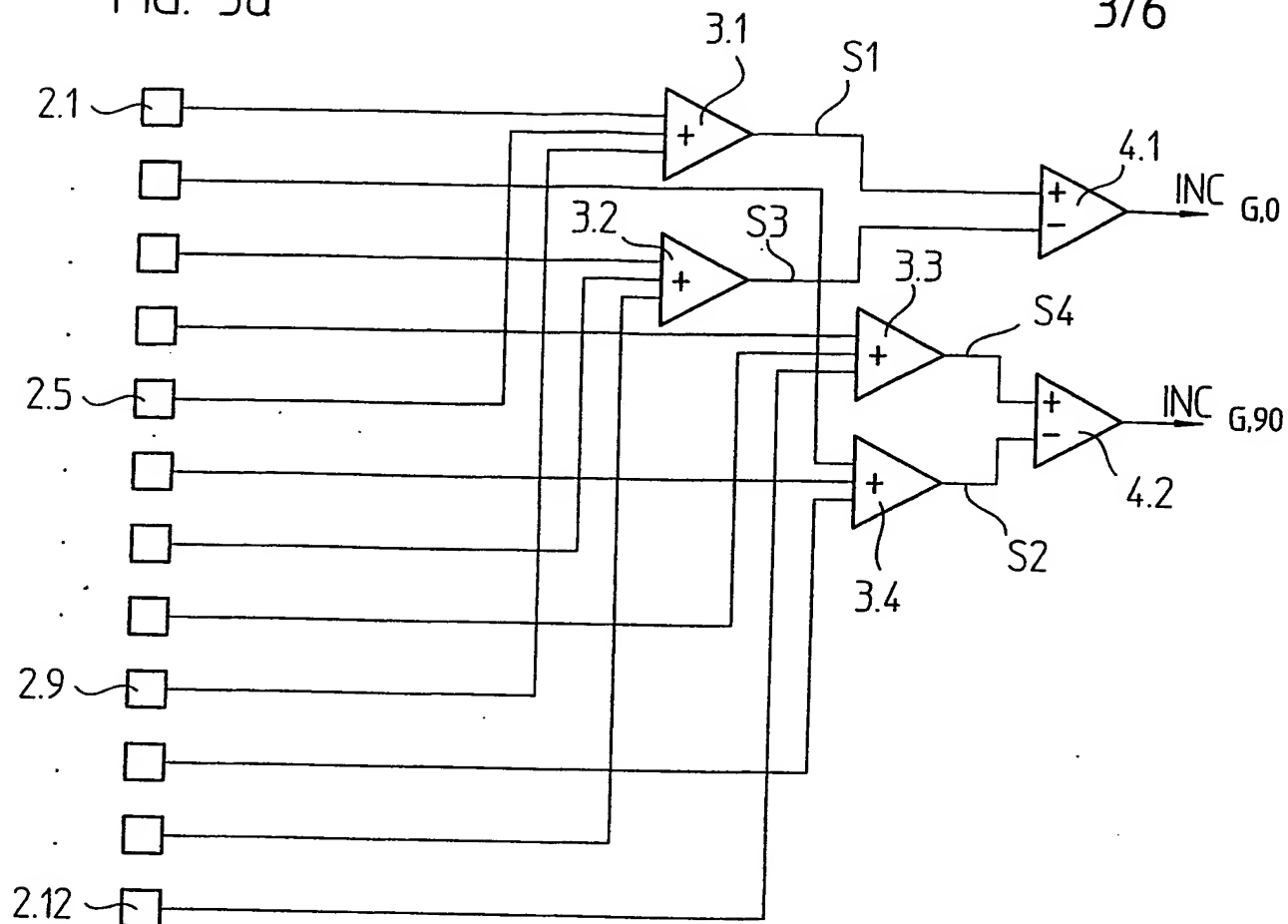
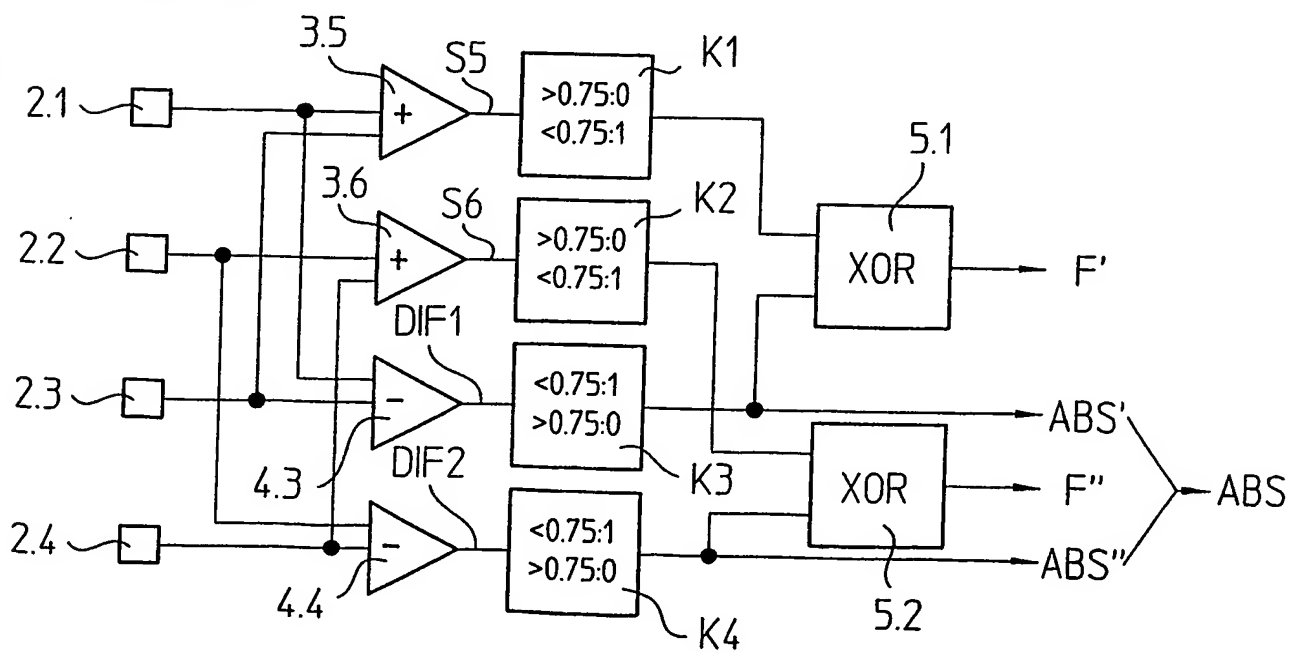


FIG. 3b



[illegible]

Bitwert:

FIG. 5

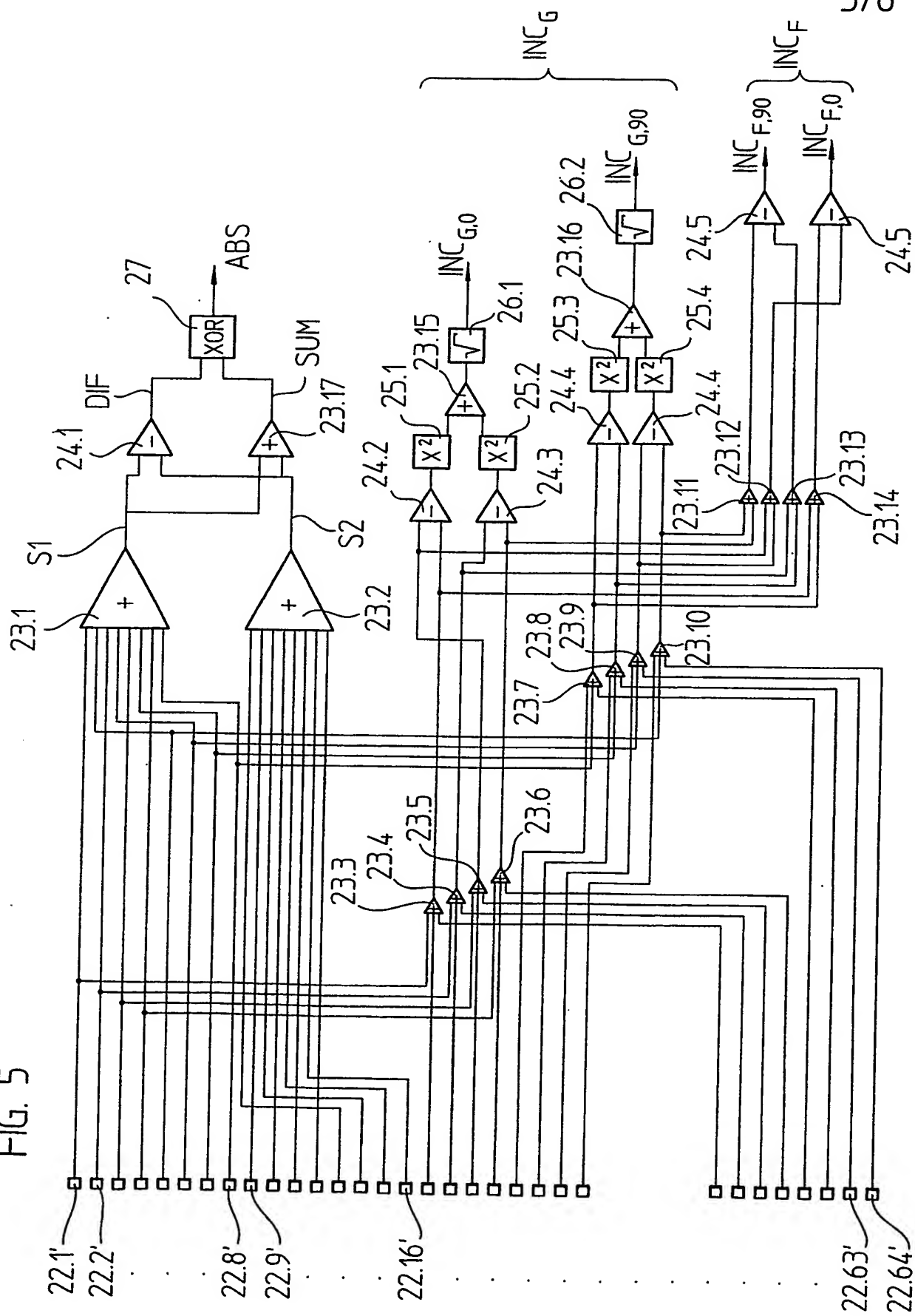


FIG. 6a

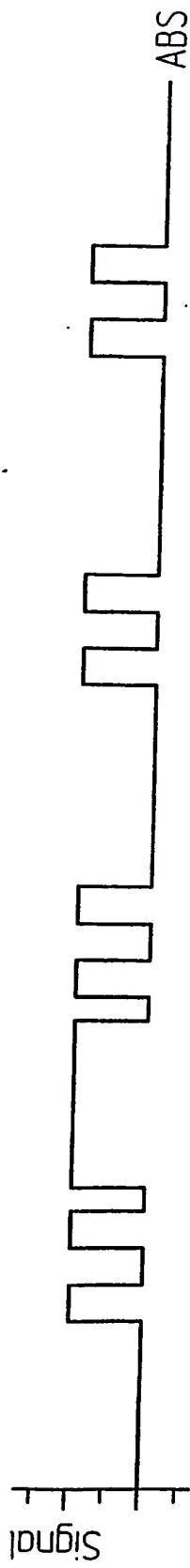


FIG. 6b

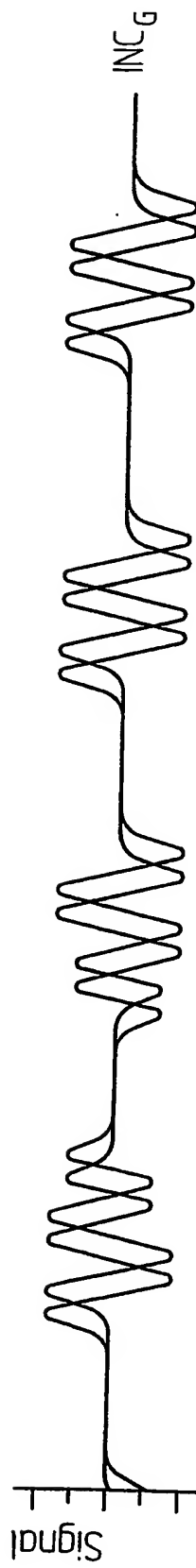


FIG. 6c

